

10/527468

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
26. September 2002 (26.09.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/074489 A1(51) Internationale Patentklassifikation⁷: B24B 31/116,
13/00, B24C 1/08

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FÄHNLE, Oliver
[CH/CH]; Ruhbergstrasse 50, CH-9000 St. Gallen (CH).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/03120

(74) Anwalt: MÜNICH, Wilhelm; Kanzlei Dr. Münich &
Kollegen, Wilhelm-Mayr-Str. 11, 80689 München (DE).(22) Internationales Anmeldedatum:
20. März 2002 (20.03.2002)(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,
LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,
MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK,
SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA,
ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

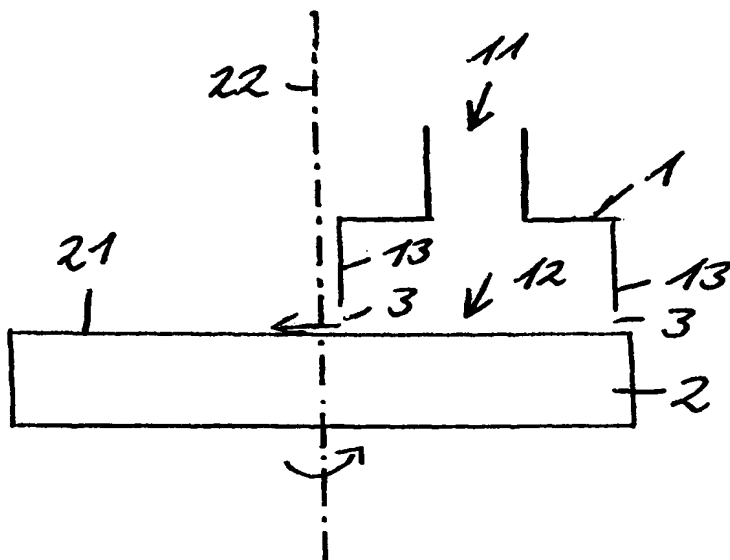
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
101 13 599.8 20. März 2001 (20.03.2001) DE(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): FISBA OPTIK AG [CH/CH]; Rorschacher-
strasse 270, CH-9016 St. Gallen (CH).(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR THE ABRASIVE MACHINING OF SURFACES OF ELEMENTS AND IN PARTICULAR OPTICAL
ELEMENTS OR WORKPIECES

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR ABRASIVEN BEARBEITUNG VON FLÄCHEN VON ELEMENTEN UND INSBESONDERE VON OPTISCHEN ELEMENTEN BZW. WERKSTÜCKEN



(57) Abstract: The invention relates to a device for the abrasive machining of surfaces of elements. Said device comprises a tool (1) with an inlet (11) and an outlet (12), a supply unit that supplies a liquid to the inlet (11), said liquid containing dissolved abrasive agents and emerging from the outlet (12) and a positioning device, which guides the tool over the surface to be machined, positioning said tool in such a way that the outlet lies opposite the surface to be machined. According to the invention, the surface area of the annular gap (3) that is formed by the limiting walls (13) of the outlet (12) and the surface (2) to be machined is smaller than the cross-sectional surface of the inlet (11).

(57) Zusammenfassung: Beschrieben wird eine Vorrichtung zur abrasiven Bearbeitung von Flächen von Elementen mit - einem Werkzeug (1), das einen Einlass (11) und einen Auslass (12) aufweist, - einer Zuführeinheit, die zu dem Einlass (11) eine Flüssigkeit fördert, in der abrasive Mittel

gelöst sind, und die aus dem Auslass (12) austritt, und - einer Positioniereinrichtung, die das Werkzeug über die zu bearbeitende Fläche führt und dabei derart positioniert, dass der Auslass der zu bearbeitenden Fläche gegenüber liegt, wobei die Fläche des durch die Begrenzungswände (13) des Auslasses (12) und die zu bearbeitende Fläche (2) gebildeten Ringspaltes (3) kleiner als die Querschnittsfläche des Einlasses (11) ist.

WO 02/074489 A1



TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Vorrichtung zur abrasiven Bearbeitung von
Flächen von Elementen und insbesondere von
Optischen Elementen bzw. Werkstücken

BESCHREIBUNG

Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur abrasiven Bearbeitung von Flächen von Elementen und insbesondere von optischen Elementen bzw. Werkstücken.

Stand der Technik

Zur abrasiven Bearbeitung von Flächen, wie sie beispielsweise für die Herstellung von optischen Elementen, wie Linsen, Prismen, planparallelen Platten etc., aber auch von Formen für das Gießen oder das Pressen optischer Elemente erforderlich ist, sind die verschiedensten Verfahren und Vorrichtungen bekannt. Bei vielen der bekannten Verfahren bzw. Vorrichtungen wird die zu bearbeitende Fläche mit kontaktierenden Werkzeugen, wie z.B. Teller-Schleifern, Kugelschleifern etc. zunächst einem Schleifvorgang sowie ggf. einem Feinschleifvorgang und anschließend mit einem Polierwerkzeug einem Poliervorgang unterzogen. An Stelle von Schleifvorgängen ist es auch bekannt, die Flächen auf einer Drehbank mit einem geeigneten Drehmeißel einem Drehvorgang zu unterziehen oder ein anderes spanabhebendes Verfahren anzuwenden. Die meisten Bearbeitungsvorgänge, bei denen vergleichsweise viel Material abgetragen wird, erfordern zumindest dann, wenn optische Flächen hergestellt

werden sollen, abschließend ein Polieren der Fläche.
Das Polieren erfolgt nach dem Stand der Technik bei
sphärischen Flächen großflächig mit einem Polierteller.

- 5 Probleme ergeben sich bei den herkömmlichen Verfahren
und Vorrichtungen immer dann, wenn asphärische Flächen
hergestellt werden sollen. Die Herstellung asphärischer
Flächen erfolgt nach dem Stand der Technik mit Werkzeu-
gen wie Kugelschleifern, die einen mehr oder weniger
10 punktförmigen Eingriff mit der zu bearbeitenden Fläche
haben und die längs einer Bahn über die zu bearbeitende
Fläche geführt werden. Je nach Ausbildung des Werkzeugs
wird die Fläche dabei geschliffen oder poliert. Aus
Zeit- bzw. Kostengründen werden allerdings asphärische
15 Flächen häufig nur bahnförmig geschliffen; das Polieren
erfolgt dann nicht bahnförmig, sondern großflächig.
Insbesondere dann, wenn die Asphärizität vergleichswei-
se groß ist, wie dies beispielsweise bei progressiven
Brillengläsern der Fall ist, ergibt sich durch das flä-
20 chige Polieren ein mehr oder weniger großer Polierfeh-
ler, der durch entsprechende Fertigungsverfahren bei den
vorangehenden Bearbeitungsvorgängen kompensiert werden
muss.
- 25 Weiterhin ist es bekannt, Flächen von Werkstücken und
insbesondere von optischen Elementen mit Fluidstrahlen
zu bearbeiten. Die hierfür vorgeschlagenen Vorrichtun-
gen sind jedoch vergleichsweise aufwendig und erlauben
auf Grund der mehr oder weniger punktförmigen Bearbei-
30 tung der Fläche dennoch keine schnelle Herstellung der
Flächen.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Vorrichtung zur abrasiven Bearbeitung von Flächen und insbesondere zum Schleifen und/oder Polieren von Flächen von optischen Elementen anzugeben, die eine schnelle Bearbeitung der Flächen unabhängig von der Form der jeweils bearbeiteten Fläche erlaubt.

Eine erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe ist im Patentanspruch 1 angegeben. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Ansprüche 2 bis 10. In den Ansprüchen 11 bis 14 sind mögliche Verwendungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung beansprucht.

Erfindungsgemäß weist die Vorrichtung zur abrasiven Bearbeitung von Flächen und insbesondere zum Schleifen und/ oder Polieren von optischen Elementen ein Werkzeug auf, das einen Fluid-Einlass und einen Fluid-Auslass hat. Eine Zuführeinheit fördert zu dem Fluid-Einlass eine Flüssigkeit, in der abrasive Mittel gelöst sind. Diese Flüssigkeit strömt durch das Werkzeug zu einem Auslass, durch den sie aus dem Werkzeug austritt. Erfindungsgemäß wird dieses Werkzeug durch eine Positioniereinrichtung derart relativ zu der zu bearbeitenden Fläche positioniert, dass der Auslass, aus dem die Flüssigkeit austritt, der zu bearbeitenden Fläche insbesondere mit einem geringen Abstand gegenüber liegt. Dabei ist entscheidend, dass die Fläche des durch die Begrenzungswände des Auslasses und durch die zu bearbeitende Fläche gebildeten Ringspaltes kleiner als die Querschnittsfläche des Einlasses ist. Hierdurch tritt die Flüssigkeit, in der abrasive Mittel gelöst sind,

mit einem wesentlich höheren Druck als dem Druck, mit dem sie in den Einlass einströmt, durch den Ringspalt radial zum Werkzeug aus. Durch die radial ausströmende Flüssigkeit erfolgt die Bearbeitung der Fläche des Werkstücks. Je nach der Art der in der Flüssigkeit gelösten abrasiven Mittel wird die Fläche im Bereich des Ringspaltes und damit linienförmig schleifend oder polierend bearbeitet. Durch die linienförmige Bearbeitung wird die Bearbeitungszeit im Vergleich zu den bekannten Verfahren bzw. Vorrichtungen, bei denen ein im wesentlichen punktförmiger Eingriff zwischen Werkzeug und Werkstück besteht, um Größenordnungen verkürzt.

Das Verhältnis des Drucks, mit dem die Flüssigkeit in das Werkzeug einströmt, zu dem Druck, mit dem die Flüssigkeit aus dem Ringspalt austritt, ist dabei umgekehrt proportional zum Verhältnis der Querschnittsfläche des Einlasses zur Querschnittsfläche des gebildeten Ringspaltes. Dies bedeutet, dass der "Bearbeitungsdruck" durch die Positionierung des Werkzeugs relativ zum Werkstück - anders ausgedrückt durch die Einstellung der Höhe des Ringspaltes - eingestellt werden kann, ohne dass der Druck, mit dem die Zuführeinheit die Flüssigkeit fördert, geändert werden müsste.

Ein besonderer Vorteil der Erfindung ist dabei, dass einlassseitig mit vergleichsweise niedrigen Drücken gearbeitet werden kann: insbesondere kann die Zuführeinheit die Flüssigkeit mit einem Druck kleiner 20 bar, bevorzugt kleiner 5 bar, ggf. sogar nur mit Atmosphärendruck fördern. Für eine für den Bearbeitungsvorgang und die Bearbeitungsgeschwindigkeit vorteilhafte Druck-

erhöhung ist es bevorzugt, wenn die Querschnittsfläche des Einlasses wenigstens um den Faktor fünf größer als die Querschnittsfläche des gebildeten Ringspaltes ist. Dabei ist es weiterhin bevorzugt, wenn die Höhe des gebildeten Ringspaltes kleiner als 3 mm ist und insbesondere etwa 1 mm beträgt.

In jedem Falle ist es von Vorteil, wenn die Positioniereinrichtung eine Steuereinheit aufweist, die die Positionierung des Werkzeuges entsprechend den Flächen-

daten der herzustellenden Fläche steuert. Bevorzugt ist es, wenn die Positionierung des Werkzeugen dabei so erfolgt, dass die Höhe des Ringspaltes während der Verschiebung längs der jeweiligen Bahnen konstant bleibt.

Die Positioniereinrichtung kann das Werkzeug prinzipiell längs beliebiger Bahnen relativ zum Werkstück, d. h. zu der zu bearbeitenden Fläche verschieben. Beispielsweise kann die Bahn eine mäanderförmige Bahn sein, wobei entweder das Werkzeug oder das Werkstück oder beide bewegt werden.

Ferner kann eine gleichzeitige Verschiebung des Werkzeuges und des Elements, von dem eine Fläche bearbeitet werden soll, erfolgen. Im Falle rotationssymmetrischer Flächen oder nur geringfügig von der Rotationssymmetrie abweichender Flächen ist es bevorzugt, wenn das Werkzeug längs Bahnen bewegt wird, die durch den Flächenscheitel verlaufen und gleichzeitig das Werkstück bzw. das zu bearbeitende Element von einer Dreheinheit um eine Achse gedreht wird, die insbesondere die Rotationsachse der herzustellenden Fläche ist.

Um eine homogene Bearbeitung der Fläche längs des Ring-
spaltes zu erreichen, ist es ferner bevorzugt, wenn der
Auslass einen kreisförmigen Querschnitt hat, und das
5 Werkzeug zumindest im Bereich des Auslasses eine
(kreis)-zylindrische Außenkontur aufweist.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfin-
dung wird dadurch, dass die Querschnittsfläche des Ein-
10 lasses kleiner als die des Auslasses ist, erreicht,
dass eine Bearbeitung der Fläche nur linienförmig (bzw.
kreisringförmig) im Bereich des Ringspaltes und nicht
auch im Zentrum des Auslasses erfolgt.

15 Weiterhin ist es bevorzugt, wenn die Größe des Werk-
zeugs der Form der zu bearbeitenden Fläche angepasst
ist:

Zur Bearbeitung von planen Flächen kann der Außendurch-
20 messer des Werkzeugs im Bereich des Auslasses in der
Größenordnung der halben Apertur des optischen Elements
liegen, so dass eine sehr schnelle Bearbeitung der Flä-
che bei größtmöglicher Homogenität des Bearbeitungsvor-
ganges erreicht wird. Bei der Bearbeitung von gekrümm-
25 ten Flächen liegt bevorzugt der Außendurchmesser des
Werkzeugs in der Größenordnung des kleinsten Radius
(kleinster Hauptkrümmungsradius) der Fläche; hierdurch
wird sichergestellt, dass die Höhe des Ringspaltes über
den gesamten gebildeten Ringspalt praktisch konstant
30 ist.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann zum Bearbeiten beliebiger Flächen von Elementen bzw. Werkstücken eingesetzt werden, die aus prinzipiell beliebigen Materialien bestehen können. Beispielsweise kann die erfindungsgemäße Vorrichtung aufgrund der hohen Bearbeitungsgeschwindigkeit zur Bearbeitung von Turbinenschau-
5 feln aus Stahl eingesetzt werden.

Besonders bevorzugt ist jedoch die Verwendung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Schleifen und/oder Polieren optischer Flächen. Die jeweiligen Elemente können dabei im Falle von Linsen, Prismen, planparallelen Platten etc. - d.h. direkt hergestellter optischer Elemente - aus Quarz, einem optischen Glas oder einem
15 Kunststoffmaterial bestehen; sollen Formen für das Gießen und/oder Pressen etc. von optischen Elementen hergestellt werden, können die Elemente auch aus einem Metall, wie Stahl, oder einem keramischen Material bestehen.

20 Da die Art des Abtrags im wesentlichen nicht von der Ausbildung des Werkzeugs, sondern von der Art der eingesetzten Flüssigkeit bzw. des (der) in der Flüssigkeit gelösten abrasiven Mittels (Mittel) abhängt, kann ein- und dieselbe Vorrichtung nacheinander zum Schleifen, gegebenenfalls Feinschleifen und abschließend zum Polieren eines Elements bzw. Werkstücks in ein- und derselben Aufspannung eingesetzt werden. Der Wechsel zwischen den einzelnen Bearbeitungsarten bedingt dann lediglich einen Austausch bzw. Wechsel des jeweils ver-
25 wendeten Bearbeitungsfluids.
30

In jedem Falle ist es jedoch besonders bevorzugt, wenn die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Bearbeitung von asphärischen Flächen eingesetzt wird.

5 **Kurze Beschreibung der Zeichnung**

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung exemplarisch beschrieben, auf die im übrigen hinsichtlich der
10 Offenbarung aller im Text nicht näher erläuterten erfindungsgemäßen Einzelheiten ausdrücklich verwiesen wird. Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung bei der Be-
15 arbeitung einer planen Fläche,

Fig. 2 eine erfindungsgemäße Vorrichtung bei der Be-
 arbeitung einer gekrümmten und insbesondere
 asphärischen Fläche.

20

Darstellung eines Ausführungsbeispiels

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung, von der lediglich das Werkzeug 1 dargestellt ist, bei der Bearbeitung einer planen Fläche 21 eines Werkstücks 2, das
25 ohne Beschränkung der Allgemeinheit eine planparallele Platte ist. Das Werkzeug 1 weist einen Einlass 11 und einen Auslass 12 auf, dessen Querschnittsfläche größer ist als die des Einlasses 11. Eine nicht dargestellte Zuführeinheit fördert eine Flüssigkeit, in der abrasive
30 Mittel, wie Schleifmittel oder Poliermittel gelöst sind, in den Einlass 11 des Werkzeugs 1. Das Werkzeug 1 wird von einer nicht dargestellten Positioniereinheit

derart relativ zum Werkstück 2 positioniert, dass zwischen den Begrenzungswänden 13 des Auslasses 12 und der Fläche 21 ein Ringspalt 3 gebildet wird, dessen Querschnittsfläche kleiner und bevorzugt wesentlich kleiner als die Querschnittsfläche des Einlasses 11 ist. Hierdurch wird der Druck, mit dem die Flüssigkeit aus dem Ringspalt 3 austritt, um das Verhältnis der Querschnittsflächen des Einlasses 11 und des Ringspalt 3 erhöht. Der für die Bearbeitung der Werkstück-Oberfläche 21 wirksame Druck ist damit wesentlich größer als der Förderdruck.

Die nicht dargestellte Positioniereinrichtung verschiebt das Werkzeug 1 parallel zur Oberfläche des Werkstücks 2, während eine ebenfalls nicht dargestellte Dreheinheit das Werkstück 2 um eine Achse 22 dreht, so dass der linienförmige Eingriff längs des Ringspalt 3 so über das Werkstück 2 verschoben wird, dass die gesamte Fläche 21 gleichmäßig bearbeitet, beispielsweise poliert wird.

Der Durchmesser des Werkzeugs 1 liegt in der Größenordnung des Radius des Werkstücks 2.

Fig. 2 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung bei der Bearbeitung einer gekrümmten und insbesondere asphärischen Fläche 21' eines Werkstücks 2. Gleiche Teile sind dabei mit den selben Bezugszeichen versehen, so dass auf eine erneute Vorstellung verzichtet wird. Der Durchmesser des Werkzeugs 1 liegt in der Größenordnung des kleinsten Radius der asphärischen Fläche 21'. Die ebenfalls nicht dargestellte Positioniereinheit ver-

schiebt das Werkzeug 1 längs Bahnen, die durch den Scheitel der Fläche 21' verlaufen. Gleichzeitig wird das Werkstück 2 um eine durch den Scheitel verlaufende Rotationsachse 22 gedreht.

5

Vorstehend ist die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens beschrieben worden.

10

PATENTANSPRÜCHE

- 5 1. Vorrichtung zur abrasiven Bearbeitung von Flächen
 von Elementen mit
- einem Werkzeug, das einen Einlass und einen
 Auslass aufweist,
 - 10 - einer Zuführeinheit, die zu dem Einlass eine
 Flüssigkeit fördert, in der abrasive Mittel
 gelöst sind, und die aus dem Auslass aus-
 tritt, und
 - 15 - einer Positioniereinrichtung, die das Werk-
 zeug über die zu bearbeitende Fläche führt
 und dabei derart positioniert, dass der Aus-
 lass der zu bearbeitenden Fläche gegenüber
 liegt, wobei die Fläche des durch die Begren-
 zungswände des Auslasses und die zu bearbei-
 tende Fläche gebildeten Ringspaltes kleiner
20 als die Querschnittsfläche des Einlasses ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
 dadurch **gekennzeichnet**, dass die Querschnittsflä-
 che des Einlasses wenigstens um den Faktor fünf
25 größer als die Querschnittsfläche des gebildeten
 Ringspaltes ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
 dadurch **gekennzeichnet**, dass die Höhe des gebilde-
30 ten Ringspaltes kleiner als 3 mm ist und bevorzugt
 etwa 1 mm beträgt.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch **gekennzeichnet**, dass eine Dreheinheit vor-
gesehen ist, die das zu bearbeitende Element um
eine Achse dreht.
- 5
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch **gekennzeichnet**, dass der Auslass einen
kreisförmigen Querschnitt hat, und
dass das Werkzeug zumindest im Bereich des Auslas-
ses eine zylindrische Außenkontur aufweist.
- 10
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch **gekennzeichnet**, dass die Querschnittsflä-
che des Einlasses kleiner als die des Auslasses
ist.
- 15
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch **gekennzeichnet**, dass die Zuführeinheit die
Flüssigkeit mit einem Druck kleiner 20 bar, bevor-
zugt kleiner 5 bar fördert.
- 20
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch **gekennzeichnet**, dass zur Bearbeitung von
planen Flächen der Außendurchmesser des Werkzeugs
im Bereich des Auslasses in der Größenordnung der
halben Apertur des optischen Elements liegt.
- 25
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch **gekennzeichnet**, dass bei der Bearbeitung
von gekrümmten Flächen der Außendurchmesser des
Werkzeugs in der Größenordnung des kleinsten Radi-
us der Fläche liegt.
- 30

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch **gekennzeichnet**, dass die Positionierein-
richtung eine Steuereinheit aufweist, die die Po-
5 sitionierung des Werkzeuges entsprechend den Flä-
chendaten der herzustellenden Fläche steuert.
11. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der An-
sprüche 1 bis 10 zum Schleifen optischer Flächen.
10
12. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der An-
sprüche 1 bis 10 zum Polieren optischer Flächen.
13. Verwendung einer einzigen Vorrichtung nach einem
15 der Ansprüche 1 bis 10 zunächst zum Schleifen und
anschließend zum Polieren einer optischen Fläche.
14. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der An-
sprüche 1 bis 10 zur Bearbeitung von asphärischen
20 Flächen.

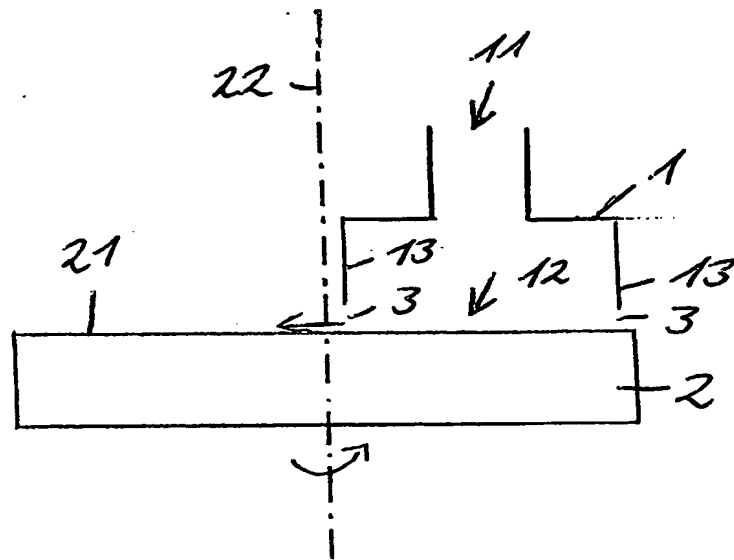


Fig. 1

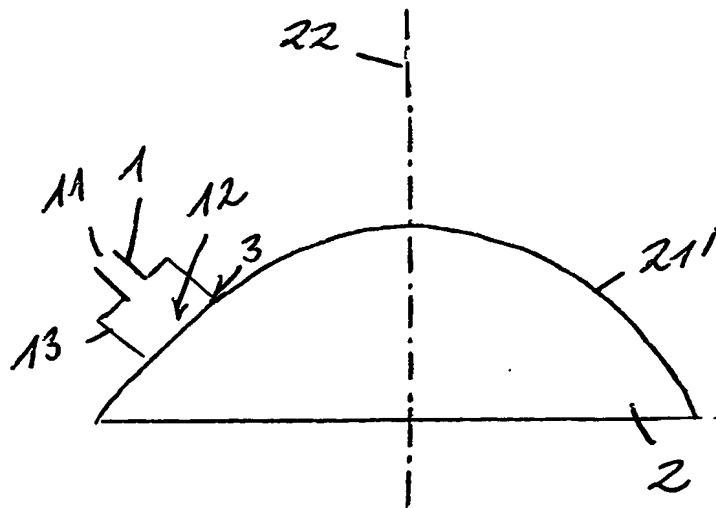


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PC/LP 02/03120

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B24B31/116 B24B13/00 B24C1/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B24B B24C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 700 181 A (ARMSTRONG NEIL DEAN ET AL) 23 December 1997 (1997-12-23) column 1, line 9 - line 14	1,3,5,6, 11-13
Y	abstract	4,7,10
A	column 3, line 32 - column 4, line 10 column 4, line 51 - line 60 figures 1,2,4,5	14
Y	WO 99 26764 A (TNO ; FAHNLE OLIVER WOLFGANG (NL)) 3 June 1999 (1999-06-03) page 1, line 1 - page 3, line 14 page 5, line 16 - line 26	4,7
A	figure 1	1,5,10, 14
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 July 2002

Date of mailing of the international search report

26/07/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Schultz, T

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 02/03120

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<p>US 5 573 446 A (DEY THOMAS W ET AL) 12 November 1996 (1996-11-12) column 2, line 65 -column 4, line 37 figure 1</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PC 1 / EP 02/03120

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5700181	A	23-12-1997	NONE	
WO 9926764	A	03-06-1999	NL 1007589 C1 AU 1264199 A EP 1032486 A2 JP 2001523589 T WO 9926764 A2	25-05-1999 15-06-1999 06-09-2000 27-11-2001 03-06-1999
US 5573446	A	12-11-1996	NONE	